



РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: **Елена В. Антонова**

Тема на дисертационния труд: **„Моделиране на система за адаптивно обучение, използвайки средства за изкуствен интелект“**

Рецензент: доц. дн Николай ХИНОВ

Рецензията е представена съгласно заповед на Ректора на Технически университет – София № ОЖ-5.3-68 от 15.12.2025 г. и протокол за участие в заседание на научното жури по процедурата за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, научна специалност Системи с изкуствен интелект.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение

Дисертационният труд е посветен на разработването на адаптивна обучителна система, интегрираща класически педагогически модели, статистически методи и съвременни генеративни езикови модели (ГЕМ). Темата е изключително актуална както в международен, така и в национален контекст. В този контекст работата попада в стратегическите направления на ЕС за дигитална трансформация и иновации в обучението, включително съответствие с Digital Education Action Plan 2021–2027.

Акцентът в изследването е поставен върху подобряване на успеваемостта по дисциплината основи на програмирането – общообразователен предмет от учебните планове на различни специалности ОКС „бакалавър“ в ТУ-София. Практическата насоченост към езика С гарантира високата приложимост и добавена стойност на изследването. В този аспект актуалността на дисертацията е безспорна и отлично аргументирана от автора.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Докторантката демонстрира задълбочено и систематизирано познаване на изследваната проблематика в областта на адаптивните обучителни системи и приложението на изкуствения интелект в образованието. В Глава първа е разработен подробен и актуален литературен преглед, обхващащ както основните концепции и компоненти на адаптивните системи (модел на обучаемия, модел на областта, обучителен и комуникационен модел), така и съвременните техники, базирани на изкуствен интелект – от подходи, основани на правила и машинно обучение, до методи за обработка на естествен език и големи езикови модели, използвани за генериране на тестово съдържание. Цитираните 110 литературни източника свидетелстват за много добра осведоменост относно съвременното състояние, тенденциите и предизвикателствата пред персонализираното обучение.

На основата на този анализ са коректно формулирани целта, задачите и изследователската хипотеза на труда – разработване и експериментална валидация на модел за адаптивно обучение, който персонализира учебното съдържание въз основа на идентифицираните типове грешки и индивидуалните резултати на обучаемите при изучаване на въвеждащо програмиране на езика С. Литературният материал е интерпретиран творчески чрез интегриране на профила на грешките като адаптивен

параметър и комбиниране на педагогически принципи с инженерни решения за автоматизирано, но контролируемо използване на генеративни модели.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Избраната методика на изследване е адекватна и напълно съответства на поставената цел и конкретните задачи на дисертационния труд. Изследването е реализирано като последователен научно-инженерен цикъл: систематичен литературен обзор и концептуално моделиране; формализиране на оригинален адаптивен модел (вкл. модели на обучаемия, областта, адаптацията и генерирането); проектиране и имплементация на модулна учебна базирана система; интеграция на генеративни езикови модели за създаване на тестово съдържание; дефиниране на алгоритми за профилиране на обучаемите и адаптация, базирана на типове грешки; и емпирична проверка чрез контролирани експерименти с реални обучаеми.

За валидиране на хипотезата са използвани подходящи количествени и качествени методи: описателна статистика, психометричен анализ на тестовите задачи, инференциални статистически тестове (вкл. дисперсионен анализ и хи-квадрат анализ), както и анкетни инструменти за оценка на възприятията и удовлетвореността на студентите. Комбинацията от формално моделиране, реална софтуерна реализация и статистически обоснована емпирична верификация осигурява необходимата надеждност на резултатите и прави заключенията логически и експериментално подкрепени.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 167 страници, като включва увод, четири глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на приносите, списък на публикациите по дисертацията и списък на използваната литература. Цитирани са общо 110 литературни източници, от които 107 са на латиница. Ръкописът е добре структуриран и обхваща основните елементи на съвременните адаптивни системи за обучение — теоретични модели, технологична реализация и емпирична верификация. По-долу е представено кратко описание на отделните глави.

Литературният обзор (Глава 1) е широк, систематичен и добре подбран. Авторката демонстрира отлична ориентация в следните области: интелигентни системи за обучение; Байесови и регресионни модели; проследяване на знания (BKT, PFA); ГЕМ и ОЕЕ; педагогически, психологически и етични аспекти. Особено силно е представен разделът за типове адаптивност, модели на обучаемия, модели на областта и обучение, базирано на грешки. В този аспект препоръчвам при оформлението на крайния вариант известно редуциране на някои описателни фрагменти, за да се подсили още по-ясно научният принос на автора.

Глава 2 представя теоретичната основа на дисертационния труд и съдържа ясно формулиран оригинален авторски принос. В нея е разработен формален модел, базиран на четири основни структури: L (Learner), D (Domain), A (Adaptation) и G (Generation). Описани са алгоритми за проследяване и актуализиране на знанията на обучаемия, като ключов елемент е въвеждането на профил на грешките като самостоятелен адаптивен параметър. Допълнително са предложени зависимости между изучаваната тема, нивото на трудност, честотата и типа на грешките и механизма за избор на следващи задачи. Изграден по

конструктивен и последователен начин, моделът представлява оригинален принос и поставя основите за реализиране на адаптивни системи за обучение с висока аналитична стойност.

Глава 3 представя реализацията на концепцията на дисертационния труд и демонстрира пълноценна разработка на системата. Създадена е модулна уеб архитектура, подкрепена от ясна схема на база данни и интеграция с API на ГЕМ. Разработени са автоматизирани скриптове за генериране на тестове, както и табла за анализ на напредъка, позволяващи наблюдение и оценка на обучаемите. Потребителският интерфейс предоставя пълна функционалност както за студенти, така и за преподаватели. По този начин представената система не е просто симулация, а реално реализирано приложение, което значително повишава научната и приложната стойност на дисертацията.

Глава 4 представлява една от най-силните части на дисертационния труд, като демонстрира реалната ефективност на предложените модели и алгоритми. Проведени са експерименти със студенти от няколко специалности, организирани в три отделни серии, включващи ръчни, перифразирани и ИИ-генерирани тестове. Данните са анализирани чрез ANOVA, хи-квадрат тестове, както и показатели за трудност и дискриминация на въпросите. Представените резултати показват убедителна ефективност на предложения подход тъй като: въпросите, генерирани от ИИ, демонстрират трудност и надеждност, сравнима с ръчните, а внедрената адаптивна логика на грешки води до значими подобрения в успеваемостта на студентите.

Глава 5 се фокусира върху оценката и усъвършенстването на предложени адаптивен модел. Авторката дефинира метрики за производителност, извършва анализ на устойчивостта на системата и осъществява сравнение с други съществуващи платформи. В допълнение е предложена стратегия за оптимизация, насочена към подобряване на ефективността и надеждността на модела. Разделът е изключително силен и демонстрира зрялост на научното мислене, подчертавайки аналитичния подход и системното усъвършенстване на разработената система.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд съчетава теоретично моделиране, алгоритмични решения и практическа реализация на адаптивна система за обучение, което позволява да бъдат открити следните приноси:

I. Научни приноси

1. Разработен е оригинален формален модел на адаптивно обучение, при който типът на допуснатите грешки е въведен като ключов адаптивен параметър; формализиран е цикълът на адаптация (профилиране, подбор на съдържание, обратна връзка и анализ) и са предложени механизми за динамична актуализация на знанията и грешковия профил на обучаемия.

2. Предложена е формална типология и операционализация на грешките при обучението по програмиране (теоретични, синтактични и логически/изходни грешки), като е показано експериментално, че различните типове грешки имат различна динамика и образователно въздействие, което обосновава използването им като основа за персонализирана адаптация.

II. Научно-приложни приноси

3. Разработена е методология и алгоритмична реализация за автоматизирано генериране и адаптивен подбор на тестови задачи, включително с използване на генеративни езикови модели, като са въведени критерии за качество, механизми за

семантично филтриране и статистическа оценка на надеждността и ефективността на генерираното съдържание чрез контролирани експерименти със студенти.

III. Приложни приноси

4. Реализирана е функционираща уеб-базирана адаптивна система с модулна архитектура, база данни, интерфейси за обучаеми и преподаватели и инструменти за визуална аналитика и мониторинг на напредъка, демонстрираща практическата приложимост на предложения модел в реална учебна среда.

5. Формулирани са практически насоки и приложими инструменти за ускорено създаване, валидиране и анализ на тестови материали, както и за ранна диагностика на типове грешки и обучителни затруднения, подпомагащи оптимизацията на преподаването и отговорната интеграция на изкуствен интелект в образователния процес.

Обобщено, приносите на дисертационния труд са значими както за развитието на адаптивните обучителни системи и интелигентните технологии в образованието, така и за практиката – чрез реализиран прототип и методически решения, които могат да бъдат внедрявани и надградени в реална учебна среда.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

От съдържанието на дисертационния труд и представените резултати се вижда, че личното участие на дисертантката в изследването е определящо. Тя е автор на концептуалния и формалния модел, на алгоритмите за адаптация и профилиране на грешките, както и на софтуерната реализация на прототипа (архитектура, база данни, интеграция на ГЕМ и потребителски интерфейси). Дисертантката е организираща и провела емпиричните изследвания със студенти, обработила е данните и е извела статистически обосновани заключения.

Публикациите по темата, включително съвместните, потвърждават активната ѝ научноизследователска дейност и показват умения за работа в научен екип, като приносът ѝ остава съществен и пряко свързан с тематиката на дисертационния труд.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Дисертантката е представила три публикации (2022–2024 г.), пряко свързани с тематиката на дисертационния труд и представляващи логична апробация на отделни аспекти от изследването.

В първата публикация (Antonova, 2022, First ELARA Conference) е разгледана ролята на изкуствения интелект в съвременното образование, с акцент върху приложимостта и инклузивните аспекти на ИИ-подпомогнатото обучение. Този труд аргументира контекста и мотивацията за избор на проблемната област, развита в дисертацията.

Втората публикация (Antonova, Minkovska, Nakov, 2023, XXXII Международна научно-техническа конференция „Автоматизация на дискретното производство“) анализира влиянието на емоционалното и менталното състояние върху академичната успеваемост, което е релевантно към моделирането на обучаемия и факторите, подпомагащи персонализацията в адаптивни системи.

Третата публикация (Minkovska, Antonova, 2024, XXXIII Международна научна конференция „Електронна техника“) разглежда границата между човешко и ИИ-генерирано съдържание и е пряко свързана с използването и оценката на генеративни езикови модели при създаване на учебно съдържание.

Публикациите очертават последователна изследователска линия и подкрепят ключови теми от дисертацията – концептуалната рамка за прилагане на изкуствен интелект в образованието, факторите при моделиране на обучаемия и въпросите за валидност/границы на ИИ-генерираното съдържание. Отчетливо е водещото участие на докторантката (самостоятелна публикация и публикация с първо авторство), което свидетелства за съществен личен принос в разработването на тематиката.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Резултатите от дисертационния труд имат реален потенциал за внедряване в учебния процес и са пряко приложими в курсове по въвеждащо програмиране (и сходни дисциплини с висока степен на затруднения при студентите). Разработеният прототип представлява работеща уеб-базирана система, която може да подпомогне преподавателите чрез ускорено и контролируемо генериране на тестове (вкл. с помощта на ГЕМ), автоматизирано проследяване на знанията и типичните грешки и предоставяне на аналитични табла за наблюдение на напредъка. В научен аспект, дефинираните модели, данни и аналитични скриптове създават база за възпроизводими последващи изследвания и сравнителни оценки на алгоритми и генеративни модели. Предложените насоки за етично и прозрачно използване на изкуствения интелект допринасят и за социалната практика, тъй като адресират ключови въпроси като защита на данните, доверие и контрол на качеството на генерираното съдържание.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертацията

Авторефератът е изготвен в съответствие с общоприетите изисквания за този тип научен документ. В него са представени в синтезиран вид актуалността на темата, целта и задачите на изследването, използваните методи, структурата на дисертационния труд, основните научни резултати и формулираните приноси. Отразени са и публикациите, свързани с дисертационния труд. В този контекст авторефератът адекватно представя основните положения на дисертацията и дава ясна представа за научната и приложната стойност на получените резултати.

10. Мнения, препоръки и бележки

Към представения труд могат да бъдат формулирани следните забележки и препоръки:

1. На места изложението е силно детайлно и описателно, което е напълно разбираемо с оглед широтата на разглежданата проблематика. В бъдещи разработки би могло да се обмисли допълнително редуциране на отделни повторения и по-ясно фокусиране върху ключовите резултати, с цел още по-голяма научна стегнатост.

2. Формализираният модел е ясен, последователен и функционално обоснован. Като възможна насока за бъдещо надграждане може да се посочи използването на по-строги вероятностни или стохастични формализации (напр. Марковски процеси или вероятностни графови модели), което би разширило аналитичните възможности на предложения подход.

3. Би било полезно предложеният подход да бъде изпитан и в други учебни дисциплини (напр. математика, електротехника), за да се оцени неговата приложимост и в други фундаментални области, в които традиционно се наблюдават затруднения при

усвояването на базови концепции. В тази връзка може да се уточни и кои характеристики на дисциплината (абстрактност, символен апарат, типове задачи) са критични за ефективността на подхода.

5. Анализът може да се разшири с модели, свързани с дългосрочното задържане на знания – напр. криви на запазване/забравяне, включително проследяване чрез отложени тестове (след 2–4 седмици/след семестър). Подобно разширение би дало по-пълна картина дали подобрението е устойчиво, а не само краткосрочно.

6. В бъдеща работа би било полезно да се включи сравнение между различни генеративни модели (GPT, Gemini, LLaMA и др.), при съпоставими условия. Това би обогатило експерименталната част и би позволило изводи относно стабилност, точност, склонност към „халюцинации“, както и съотношение ефект–ресурс.

11. Заключение

След запознаване с представените документи и дисертационния труд на маг. инж. Елена Венцеславова Антонова на тема „Моделиране на система за адаптивно обучение, използвайки средства за изкуствен интелект“, както и със съдържащите се в него научни, научно-приложни и приложни приноси, считам, че трудът е в актуална научна област и демонстрира способност за самостоятелно провеждане на изследвания и решаване на комплексни инженерни задачи.

Представените материали удовлетворяват изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и вътрешните нормативни изисквания на Технически университет – София за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

Всичко това ми дава основание да дам положителна оценка на дисертационния труд и да предложа на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на маг. инж. Елена Венцеславова Антонова в област на висшето образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, научна специалност Системи с изкуствен интелект.

Изготвил рецензията:

/доц. Николай ХИНОВ/

REVIEW

of a dissertation submitted for the acquisition of the educational and scientific degree “Doctor”

Author of the dissertation: Elena V. Antonova

Title of the dissertation: “Modeling an Adaptive Learning System Using Artificial Intelligence Methods”

Reviewer: Assoc. Prof. DSc. Nikolay Hinov

The review is prepared in accordance with Order of the Rector of the Technical University of Sofia No. OЖ-5.3-68 of 15.12.2025 and the protocol for participation in the meeting of the Scientific Jury under the procedure for awarding the educational and scientific degree “Doctor” in the professional field 5.3. Communication and Computer Engineering, scientific specialty “Systems with Artificial Intelligence”.

1. Relevance of the problem addressed in the dissertation in scientific and applied terms

The dissertation is devoted to the development of an adaptive learning system integrating classical pedagogical models, statistical methods, and contemporary generative language models (GLMs). The topic is highly relevant both in international and national contexts. In this regard, the research aligns with the strategic priorities of the European Union for digital transformation and innovation in education, including compliance with the Digital Education Action Plan 2021–2027.

The research focuses on improving student performance in the discipline “Introduction to Programming”, a general foundational subject included in the curricula of various Bachelor’s degree programs at the Technical University of Sofia. The practical orientation toward the C programming language ensures high applicability and added value of the research. In this respect, the relevance of the dissertation is unquestionable and convincingly justified by the author.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literature

The doctoral candidate demonstrates in-depth and systematic knowledge of the researched problem area in adaptive learning systems and the application of artificial intelligence in education. Chapter One presents a comprehensive and up-to-date literature review covering both the core concepts and components of adaptive learning systems (learner model, domain model, instructional and communication models) and contemporary AI-based techniques—ranging from rule-based approaches and machine learning to natural language processing methods and large language models used for test content generation. The cited 110 bibliographic sources testify to a very high level of awareness of the current state, trends, and challenges in personalized learning.

Based on this analysis, the objectives, tasks, and research hypothesis of the dissertation are correctly formulated—namely, the development and experimental validation of an adaptive learning model that personalizes educational content according to identified error types and individual learner performance in introductory programming in the C language. The literature is creatively interpreted through the integration of an error profile as an adaptive parameter and the combination of pedagogical principles with engineering solutions for automated yet controlled use of generative models.

3. Compliance of the selected research methodology with the set goals and objectives of the dissertation

The selected research methodology is appropriate and fully consistent with the stated goals and specific objectives of the dissertation. The research is conducted as a coherent scientific-engineering cycle, including systematic literature review and conceptual modeling; formalization of an original adaptive model (learner, domain, adaptation, and generation models); design and implementation of a modular web-based system; integration of generative language models for test content creation; definition of algorithms for learner profiling and error-based adaptation; and empirical validation through controlled experiments with real learners.

To validate the research hypothesis, suitable quantitative and qualitative methods are applied, including descriptive statistics, psychometric analysis of test items, inferential statistical tests (including analysis of variance and chi-square tests), and survey instruments for assessing student perceptions and satisfaction. The combination of formal modeling, real software implementation, and statistically grounded empirical validation ensures the reliability of the results and supports the conclusions both logically and experimentally.

4. Brief analytical characterization of the nature and reliability of the material on which the contributions of the dissertation are based

The dissertation is 167 pages long and includes an introduction, four chapters to address the formulated main tasks, a list of contributions, a list of publications on the dissertation and a list of used literature. A total of 110 literary sources are cited, of which 107 are in Latin. The manuscript is well structured and covers the main elements of modern adaptive learning systems - theoretical models, technological implementation and empirical verification. Below is a brief description of the individual chapters.

Chapter 1 provides a broad, systematic, and well-selected literature review. The author demonstrates excellent familiarity with intelligent tutoring systems, Bayesian and regression models, knowledge tracing (BKT, PFA), generative language models and open educational environments, as well as pedagogical, psychological, and ethical aspects. Particularly strong is the discussion of adaptivity types, learner models, domain models, and error-based learning. In this respect, a moderate reduction of some descriptive sections in the final version could further emphasize the scientific contribution.

Chapter 2 presents the theoretical foundation of the dissertation and contains a clearly articulated original contribution. A formal model based on four core structures—L (Learner), D (Domain), A (Adaptation), and G (Generation)—is developed. Algorithms for tracking and updating learner knowledge are proposed, with the introduction of an error profile as an independent adaptive parameter as a key element. Additional dependencies are defined between learning topics, difficulty level, error frequency and type, and the mechanism for selecting subsequent tasks. The model is constructed in a consistent and systematic manner and provides a solid foundation for adaptive learning systems with high analytical value.

Chapter 3 presents the implementation of the proposed concept and demonstrates a fully developed system. A modular web-based architecture is created, supported by a clear database schema and integration with generative language model APIs. Automated scripts for test generation and dashboards for monitoring learner progress are implemented. The user interface offers full

functionality for both students and instructors. As a result, the system is not merely a simulation but a fully operational application, significantly enhancing the scientific and applied value of the dissertation.

Chapter 4 is one of the strongest parts of the dissertation, clearly demonstrating the real effectiveness of the proposed models and algorithms. Experiments were conducted with students from several academic programs, organized into three separate series involving manually created, paraphrased, and AI-generated tests. The data were analyzed using ANOVA, chi-square tests, and item difficulty and discrimination indices. The results convincingly demonstrate the effectiveness of the proposed approach, as AI-generated questions exhibit difficulty and reliability comparable to manually created ones, while the error-based adaptive logic leads to statistically significant improvements in student performance.

Chapter 5 focuses on the evaluation and refinement of the proposed adaptive model. The author defines performance metrics, analyzes system robustness, and compares the system with existing platforms. In addition, an optimization strategy aimed at improving efficiency and reliability is proposed. This chapter demonstrates scientific maturity and a systematic analytical approach to improving the developed system.

5. Scientific and/or applied scientific contributions of the dissertation

The dissertation combines theoretical modeling, algorithmic solutions, and practical implementation of an adaptive learning system, allowing the identification of the following contributions:

I. Scientific contributions

1. An original formal adaptive learning model is developed, in which the type of learner errors is introduced as a key adaptive parameter; the adaptation cycle (profiling, content selection, feedback, and analysis) is formalized, and mechanisms for dynamic updating of learner knowledge and error profiles are proposed.

2. A formal typology and operationalization of errors in programming education (theoretical, syntactic, and logical/output errors) are proposed, and it is experimentally demonstrated that different error types exhibit distinct dynamics and educational impact, justifying their use as a basis for personalized adaptation.

II. Applied scientific contributions

3. A methodology and algorithmic implementation for automated generation and adaptive selection of test tasks are developed, including the use of generative language models, introducing quality criteria, semantic filtering mechanisms, and statistical evaluation of the reliability and effectiveness of generated content through controlled student experiments.

III. Applied contributions

4. A functional web-based adaptive system is implemented, featuring a modular architecture, database, learner and instructor interfaces, and tools for visual analytics and progress monitoring, demonstrating the practical applicability of the proposed model in a real educational environment.

5. Practical guidelines and applicable tools are formulated for accelerated creation, validation, and analysis of test materials, as well as for early diagnosis of error types and learning

difficulties, supporting optimization of teaching practices and responsible integration of artificial intelligence in education.

Overall, the contributions of the dissertation are significant both for the development of adaptive learning systems and intelligent educational technologies and for practice, through an implemented prototype and methodological solutions suitable for deployment and further enhancement in real learning environments.

6. Assessment of the degree of personal contribution of the doctoral candidate

Based on the content of the dissertation and the presented results, it is evident that the personal contribution of the doctoral candidate is substantial and decisive. She is the author of the conceptual and formal model, the error-based adaptation and profiling algorithms, and the software implementation of the prototype (architecture, database, integration of generative language models, and user interfaces). The doctoral candidate organized and conducted the empirical studies with students, processed the data, and derived statistically grounded conclusions.

The related publications, including co-authored works, confirm her active research engagement and ability to work in a scientific team, while her contribution remains substantial and directly related to the dissertation topic.

7. Assessment of publications related to the dissertation

The doctoral candidate has presented three publications (2022–2024) directly related to the topic of the dissertation and representing logical validation of individual aspects of the research.

The first publication (Antonova, 2022, First ELARA Conference) examines the role of artificial intelligence in contemporary education, with an emphasis on applicability and inclusivity in AI-supported learning. This work provides the contextual and motivational foundation for the research area developed in the dissertation.

The second publication (Antonova, Minkovska, Nakov, 2023, 32nd International Scientific and Technical Conference “Automation of Discrete Production”) analyzes the influence of emotional and mental states on academic performance, which is relevant to learner modeling and personalization factors in adaptive systems.

The third publication (Minkovska, Antonova, 2024, 33rd International Scientific Conference “Electronics”) explores the boundary between human- and AI-generated content and is directly related to the use and evaluation of generative language models for educational content creation.

The publications outline a consistent research trajectory and support key themes of the dissertation—the conceptual framework for applying artificial intelligence in education, learner modeling factors, and issues of validity and limitations of AI-generated content. The doctoral candidate’s leading role is clearly evident (one single-authored publication and first authorship in co-authored work), demonstrating a substantial personal contribution.

8. Use of the results of the dissertation in scientific and social practice

The results of the dissertation have real potential for implementation in the educational process and are directly applicable in introductory programming courses and similar disciplines characterized by high student difficulty rates. The developed prototype represents a functioning web-based system that can support instructors through accelerated and controlled test generation

(including with GLMs), automated knowledge and error tracking, and analytical dashboards for monitoring learner progress.

From a scientific perspective, the defined models, datasets, and analytical scripts provide a basis for reproducible follow-up studies and comparative evaluation of algorithms and generative models. The proposed guidelines for ethical and transparent use of artificial intelligence also contribute to social practice by addressing key issues such as data protection, trust, and quality control of generated content.

9. Assessment of compliance of the abstract with preparation requirements and adequacy of reflecting the main contributions of the dissertation

The abstract is prepared in accordance with the generally accepted requirements for this type of scientific document. It presents in a synthesized form the relevance of the topic, research objectives and tasks, applied methods, structure of the dissertation, main scientific results, and formulated contributions. The publications related to the dissertation are also reflected. In this respect, the abstract adequately represents the main points of the dissertation and provides a clear overview of the scientific and applied value of the obtained results.

10. Opinions, recommendations, and remarks

The following remarks and recommendations are formulated with the aim of further refinement and development of the dissertation:

1. In some places, the exposition is highly detailed and descriptive, which is understandable given the breadth of the topic. In future work, further reduction of repetitions and clearer focus on key results could enhance scientific conciseness.

2. The formalized model is clear, consistent, and functionally well justified. As a possible direction for future extension, the use of more rigorous probabilistic or stochastic formalisms (e.g., Markov processes or probabilistic graphical models) could be considered to expand analytical capabilities.

3. Validation of the proposed approach in other academic disciplines (e.g., mathematics, electrical engineering) would be beneficial to assess applicability in other foundational areas where students traditionally face learning difficulties.

4. The analysis could be extended with models addressing long-term knowledge retention, such as retention/forgetting curves and delayed post-tests.

5. Future research could include comparative evaluation of different generative language models (e.g., GPT, Gemini, LLaMA) under comparable conditions, enriching the experimental component.

These remarks do not diminish the merits of the dissertation but rather indicate opportunities for its further development.

11. Conclusion

After reviewing the submitted documents and the dissertation entitled “Modeling an Adaptive Learning System Using Artificial Intelligence Methods” by MSc. Eng. Elena Ventseslavova Antonova, as well as the scientific, applied scientific, and applied contributions contained therein, I conclude that the work addresses a current scientific field and demonstrates the ability for independent research and solution of complex engineering problems.

The submitted materials meet the requirements of the Act on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria, its implementing regulations, and the internal regulations of the Technical University of Sofia for awarding the educational and scientific degree “Doctor”.

On this basis, I give a positive assessment of the dissertation and propose that the esteemed Scientific Jury award the educational and scientific degree “Doctor” to MSc. Eng. Elena Ventseslavova Antonova in the field of higher education 5. Technical Sciences, professional field 5.3. Communication and Computer Engineering, scientific specialty “Systems with Artificial Intelligence”.

Prepared by:

Assoc. Prof. DSc. Nikolay Hinov